



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

| | | |
|---|-----------|---|
| <p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : C30B 23/02, H01L 21/322, 29/24</p> | A1 | <p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 95/04171</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. Februar 1995 (09.02.95)</p> |
| <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP94/02400</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 21. Juli 1994 (21.07.94)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: P 43 25 804.2 31. Juli 1993 (31.07.93) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DAIMLER-BENZ AKTIENGESellschaft [DE/DE]; D-70546 Stuttgart (DE). FRAUNHOFER- GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGE- WANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NIEMANN, Ekkehard [DE/DE]; Hessenring 23, D-63447 Maintal (DE). SCHNEI- DER, Jürgen [DE/DE]; Neuhäuserstrasse 62, D-79199 Kirchzarten (DE). MÜLLER, Harald [DE/DE]; Winter- haldenweg 68, D-79856 Hinterzarten (DE). MAIER, Karin [DE/DE]; Bürgerwehrstrasse 17, D-79102 Freiburg (DE).</p> <p>(74) Anwalt: VOGL, Leo; AEG Aktiengesellschaft, Patent- und Lizenzwesen, D-60591 Frankfurt (DE).</p> | | <p>(81) Bestimmungsstaaten: FI, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> |
| <p>(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING HIGH-RESISTANCE SILICON CARBIDE</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON HOCHOHMIGEM SILIZIUMKARBID</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A process is disclosed for producing high-resistance SiC from a low-resistance starting material. The flat donor levels of a prevailing nitrogen impurity are overcompensated by admixture of a trivalent element, the concentration of said doping element in the SiC being such that it changes the conductivity type from a n-conductivity to a p-conductivity. In addition, a transition element is added having donor levels approximately in the middle of the SiC energy gap, so that the excess acceptor levels are in turn compensated and a high specific resistance is achieved.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Herstellen von hochohmigem SiC aus einem niederohmigen Ausgangsmaterial. Sie besteht darin, daß die flachen Donatormiveaus einer vorherrschenden Stickstoff-Verunreinigung durch Zugabe eines dreiwertigen Elements überkompensiert werden, in dem diese Dotierung mit einer Konzentration in das SiC eingebaut wird, welche den Leitungstyp von n-auf p-Leitung ändert, und daß weiter ein Übergangselement, welches in SiC etwa in der Mitte von dessen Bandlücke Donatormiveaus aufweist, zugegeben wird, womit die überzähligen Akzeptormiveaus wiederum kompensiert werden, so daß ein hoher spezifischer Widerstand erzielt wird.</p> | | |

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | |
|----|--------------------------------|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| AT | Österreich | GA | Gabon | MR | Mauretanien |
| AU | Australien | GB | Vereinigtes Königreich | MW | Malawi |
| BB | Barbados | GE | Georgien | NE | Niger |
| BE | Belgien | GN | Guinea | NL | Niederlande |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | NO | Norwegen |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | NZ | Neuseeland |
| BJ | Benin | IE | Irland | PL | Polen |
| BR | Brasilien | IT | Italien | PT | Portugal |
| BY | Belarus | JP | Japan | RO | Rumänien |
| CA | Kanada | KE | Kenya | RU | Russische Föderation |
| CF | Zentrale Afrikanische Republik | KG | Kirgisistan | SD | Sudan |
| CG | Kongo | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | SE | Schweden |
| CH | Schweiz | KR | Republik Korea | SI | Slowenien |
| CI | Côte d'Ivoire | KZ | Kasachstan | SK | Slowakei |
| CM | Kamerun | LI | Liechtenstein | SN | Senegal |
| CN | China | LK | Sri Lanka | TD | Tschad |
| CS | Tschechoslowakei | LU | Luxemburg | TG | Togo |
| CZ | Tschechische Republik | LV | Lettland | TJ | Tadschikistan |
| DE | Deutschland | MC | Monaco | TT | Trinidad und Tobago |
| DK | Dänemark | MD | Republik Moldau | UA | Ukraine |
| ES | Spanien | MG | Madagaskar | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| FI | Finnland | ML | Malï | UZ | Usbekistan |
| FR | Frankreich | MN | Mongolei | VN | Vietnam |

5

Verfahren zum Herstellen von hochohmigem Siliziumkarbid

10

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von hochohmigem SiC
15 nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

SiC in kristalliner Form besitzt Eigenschaften eines halbleitenden Materials und wird zunehmend in verschiedenen Halbleiterbauelementen angewendet. Es ist für viele Anwendungen wünschenswert, daß das Substrat, d. h. der
20 Ausgangskristall, eine Scheibe aus einem hochohmigen Material ist. Diese Einkristallscheibe kann dann als gemeinsames Substrat für eine Mehrzahl individueller Bauelemente dienen, welche alle elektrisch isoliert sind. Viele Prozesse, welche beispielsweise mit reinem Si durchgeführt wurden, sind auf SiC übertragbar, d. h. im einzelnen Maskentechnik mit einem
25 thermischen Oxid, Ionenimplantation, Trockenätzen von Strukturen, epitaxiales Aufwachsen und Kontaktieren.

Das Verständnis von Defekten mit tiefen Niveaus in der Bandlücke von SiC ist noch sehr unvollkommen. Beispielsweise ist sehr wenig bekannt über
30 Übergangsmetalle in SiC, sowohl hinsichtlich ihrer Defektstruktur (substitutionell oder interstitiell) als auch ihrer vermuteten elektrischen Aktivität als Störstellen mit energetisch weit unter dem Leitfähigkeitsband liegenden Zuständen. Ein wichtiges Merkmal von SiC ist seine Polytypie, d. h. sein Vorkommen in mehreren Modifikationen. Für elektronische
35 Anwendungen interessant sind das hexagonale 4H- und 6H-SiC mit einer Bandlücke von 3,0 eV und das kubische 3C-SiC mit einer Bandlücke von 2,4 eV. Sehr wenig ist insbesondere über die Niveaulage von Titan-Verunreinigungen bekannt, welche bei tiegelgezogenem SiC praktisch

unvermeidbar sind. Die Kenntnis und Kontrolle von Verunreinigungen mit tiefen Energieniveaus sind aber unbedingt erforderlich, um die Qualität von optoelektronischen und elektronischen Bauelementen auf der Basis von SiC zu gewährleisten.

5

Aus der Veröffentlichung: J. Schneider, H.D. Müller, K. Maier, W. Wilkening, F. Fuchs, A. Dörnen, S. Leibenzeder und R. Stein, Appl. Phys. Lett., 56 (1990) S. 1184, ist bekannt, daß Vanadiumverunreinigungen in SiC-Kristallen als amphoterische Verunreinigung mit energetisch tiefen
10 Niveaus auftreten können. Das bedeutet, daß zumindest drei verschiedene Ladungszustände des Vanadiums in SiC auftreten. Es werden mit Vanadium zwei neue Niveaus in der Bandlücke erzeugt. Aufgrund dessen wurde vermutet, daß Vanadium in SiC die Lebensdauer von Minoritätsträgern herabsetzen kann. Auch in einer späteren Veröffentlichung: K. Maier, J.
15 Schneider, W. Wilkening, S. Leibenzeder und R. Stein, "Electron spin resonance studies of transition metal deep level impurities in SiC, Materials Science and Engineering B11" (1992) S. 27 - 30, werden diese Niveaus untersucht. Auch sie enthält keine Hinweise darauf, wie man Verunreinigungen gezielt in p-dotiertes 4H- und 6H-SiC einbringen kann,
20 um diese elektrisch zu kompensieren und hochohmiges SiC herzustellen.

Aus der Patentschrift US 3,344,071 ist bekannt, wie man aus GaAs-Kristallen, die aus der Schmelze gezogenen sind, durch gezieltes Dotieren mit Chrom hochohmiges Material herstellen kann. Im n-Typ GaAs muß
25 zusätzlich eine als Akzeptor wirkende Substanz zugesetzt werden.

Bisher ist nicht bekannt, wie man im Falle von SiC die Wirkung flacher Störstellen aufheben und hochohmiges Material erzeugen kann.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, SiC mit hohem Widerstand zu schaffen, wobei der Einfluß von Verunreinigungen kompensiert werden soll.

Gelöst wird diese Aufgabe mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen.

35

Der Gegenstand des Anspruchs 1 weist die Vorteile auf, daß ein Material wie SiC, welches für hohe Temperaturen anwendbar ist, auch genügend hochohmig hergestellt werden kann. Damit können dann laterale

Bauelemente aus SiC auf isolierendem SiC Substrat hergestellt werden. Diese Bauelemente können dann auch bei höheren Umgebungstemperaturen eingesetzt werden.

- 5 Die Schwierigkeit, ein hochohmiges Material mit SiC zu erzeugen, liegt darin, daß bei der herkömmlichen Sublimationsmethode nach Lely sehr viel Stickstoff als Verunreinigung in das hexagonale Gitter eingebaut wird. Dieser Stickstoff besitzt flache Donatorniveaus, welche die Leitfähigkeit des Materials durch Elektronenabgabe in das Leitungsband sehr stark
10 erhöhen. Da Vanadium im SiC ebenfalls ein Donatorniveau besitzt, kann es nicht zur Kompensation der flachen Haftstellen benutzt werden. Aus diesem Grunde wird hier vorgeschlagen, die tiefen Haftstellen des Vanadiums trotzdem auszunutzen, da sie fast in der Mitte der Bandlücke des hexagonalen SiC liegen. Zunächst werden deshalb die Donatorniveaus des
15 Stickstoffs durch eine Aluminiumdotierung leicht überkompensiert. Die dann elektrisch aktiven flachen Akzeptorniveaus des Aluminiums können schließlich durch die tiefen Donatorniveaus des Vanadiums vollständig kompensiert werden. Für die Leitfähigkeit spielt eine Überkompensation von Vanadium wiederum keine Rolle, da die Niveaus so tief liegen, daß sie
20 thermisch nicht aktiviert werden können.

In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird eine Scheibe aus einkristallinem 6H-SiC mit einer Resthintergrunddotierung mit Stickstoff von $5 \cdot 10^{16}$ / ccm verwendet. Die p-Dotierung wird mit
25 Aluminium mit einer Konzentration von $1 \cdot 10^{17}$ / ccm durchgeführt. Die Vanadiumdotierung beträgt $2 \cdot 10^{17}$ /ccm.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wird das einkristalline SiC nach dem Sublimationsverfahren von Lely hergestellt. Der verwendete
30 vielkristalline Ausgangskristall enthält vorzugsweise metallisches Vanadium und Aluminium. In einer Abwandlung des Verfahrens wird metallisches Vanadium und Aluminium separat verdampft.

In einem weiteren für die Erfindung wichtigen Verfahren wird auf ein SiC-
35 Substrat mittels Epitaxie eine weitere einkristalline SiC-Schicht abgeschieden. Vanadium wird mit Hilfe von Vanadiumchlorid oder einer metallorganischen Verbindung durch CVD-Verfahren aufgebracht. Die Dotierung mit Vanadium beträgt wie im ersten Beispiel $2 \cdot 10^{17}$ /ccm.

Dadurch entsteht eine dünne hochohmige Schicht von SiC. In einem weiteren bevorzugten Verfahren werden dünne Schichten auch durch Ionenimplantation von Vanadium und Aluminium hochohmig gemacht.

- 5 Auch als Kapselung von SiC-Bauelementen ist das hochohmige Material geeignet. Die Substratscheibe ist als Grundplatte für das sogenannte Packaging von Bauelementen ohne weiteres geeignet. Das gleiche gilt für die Kontaktierung, wobei die Substratscheibe einen mechanisch stabilen Kontaktträger darstellt.

10

Das Verfahren ist auch auf kubisches 3C-SiC übertragbar. Diese Struktur ist bei epitaxialem Wachstum bevorzugt. Stickstoff als Verunreinigung beim Wachstum der Schichten führt auch hier zur P-Leitfähigkeit, die mit dieser Methode wirksam unterdrückt wird. Legt man das Donatorniveau des

- 15 Vanadiums von 6H-SiC zugrunde und berücksichtigt die Verhältnisse der Bandlücken, so kann man abschätzen, daß das Donatorniveau des Vanadiumatoms in 3C-SiC bei $E_v = 1,7$ eV liegt. Dieser Wert übersteigt die ideale Bandmitte nur um 0,5 eV. Daher führt eine Dotierung mit Vanadium auch in diesem Falle zu epitaxialen 3C-SiC-Schichten, welche einen hohen
20 spezifischen Widerstand besitzen.

5

Verfahren zum Herstellen von hochohmigem Siliziumkarbid

10

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von hochohmigem SiC aus einem
niederohmigen Ausgangsmaterial,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß die flachen Donatorniveaus einer vorherrschenden Stickstoff-
Verunreinigung durch Zugabe eines dreiwertigen Elements
überkompensiert werden, in dem diese Dotierung mit einer
Konzentration in das SiC eingebaut wird, welche den Leitungstyp von
20 n- auf p-Leitung ändert, und daß weiter ein Übergangselement, welches
in SiC etwa in der Mitte von dessen Bandlücke Donatorniveaus
aufweist, zugegeben wird, womit die überzähligen Akzeptorniveaus
wiederum kompensiert werden, so daß ein hoher spezifischer
Widerstand erzielt wird.
25
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Dotierstoff mit flachen Akzeptorniveaus ein Element aus der
30 dritten Hauptgruppe verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Dotierstoff mit flachen Akzeptorniveaus das Element Aluminium
(Al) verwendet wird.
35
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Übergangselement Vanadium (V) verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Konzentration des dreiwertigen Dotierstoffs 2 - 30 % höher
5 gewählt wird als die Konzentration an fünfwertigen Verunreinigungen
beträgt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß die Konzentration des Übergangselements mindestens um den
Faktor 2 höher gewählt wird als die Differenz der Konzentrationen der
drei- und fünfwertigen Fremdatome.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß die dreiwertigen Dotierstoffe und Übergangselemente am Anfang
des Produktionsprozesses zusammen zugegeben werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß die Dotierstoffe nacheinander zugegeben werden, wobei vor der
Zugabe des letzten Dotierstoffs eine Bestimmung der
Ladungsträgerkonzentration durchgeführt wird.
- 25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß ein kleiner Anteil elektrisch aktiver Verunreinigungen vorhanden
ist, wobei Verunreinigungen mit Donatoreigenschaften vorherrschen,
daß die Stufe der Einführung von Übergangselementen mit einer
30 Menge, die die Gesamtmenge aller elektrisch aktiven Verunreinigungen
übersteigt, vor der Herstellung eines Einkristalls durchgeführt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß das Herstellen des Einkristalls durch Sublimation eines weniger
perfekten Kristalls vorgenommen wird, wobei gleichzeitig die
Dotierstoffe in der Dampfphase erzeugt und auf dem Substrat des SiC-
Einkristalls niedergeschlagen werden, und diese elektrisch aktiven

Dotierstoffe eine größere Konzentration aufweisen als die durch den Sublimationsprozeß eingeführten Verunreinigungen.

11. SiC-Kristall nach Anspruch 1, welcher eine überwiegende elektrisch
5 aktive Verunreinigung aus Stickstoff aufweist, dessen Konzentration
etwa $5 \cdot 10^{16}$ Atome/ccm beträgt, wobei dieses Material einen
spezifischen Widerstand von wenigstens 10^8 Ohm · cm bei 300 °K
aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß er einen Überwiegenden Anteil von SiC und einen geringen Anteil
elektrisch aktiver Bestandteile aufweist, wobei diese geringen Anteile
elektrisch aktiver Komponenten eine überwiegende Anzahl von Atomen
eines Übergangselements enthalten.
- 15 12. SiC-Kristall nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß er einen niedrigen Anteil elektrisch aktiver Verunreinigungen
enthält, wobei die Verunreinigungen oder Dotierstoffe mit
Donatoreigenschaften dominieren und einen Anteil an Atomen von
20 Übergangselementen enthalten, welcher den Gesamtanteil aller übrigen
elektrisch aktiven Verunreinigungen übertrifft.
13. SiC-Kristall nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß er hexagonale Kristallstruktur besitzt.
14. SiC-Kristall nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß er kubische Kristallstruktur besitzt.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No

PCT/EP 94/02400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 6 C30B23/02 H01L21/322 H01L29/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | 7TH TRIESTE SEMICONDUCTOR SYMPOSIUM ON WIDE-BAND-GAP SEMICONDUCTORS, TRIESTE, ITALY, 8-12 JUNE 1992, ISSN 0921-4526, PHYSICA B, APRIL 1993, NETHERLANDS, PAGE(S) 199 - 206 SCHNEIDER J ET AL 'Point defects in silicon carbide' see page 202 | 1,4,11 |
| A | DE,A,40 09 837 (SHARP KK) 11 October 1990 see column 2, line 32 - column 2, line 25 see column 5, line 20 - column 7, line 49 --- -/-- | 1,11 |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 December 1994

Date of mailing of the international search report

3 0. 12. 94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Gelebart, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No

PCT/EP 94/02400

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A | JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, OCT. 1976, USA, VOL. 47, NR. 10, PAGE(S) 4546 - 4550, ISSN 0021-8979 SUZUKI A ET AL 'Liquid-phase epitaxial growth of 6H-SiC by the dipping technique for preparation of blue-light-emitting diodes' see page 4549, line R --- | 1 |
| A | APPLIED PHYSICS LETTERS, 19 MARCH 1990, USA, VOL. 56, NR. 12, PAGE(S) 1184 - 1186, ISSN 0003-6951 SCHNEIDER J ET AL 'Infrared spectra and electron spin resonance of vanadium deep level impurities in silicon carbide' cited in the application see abstract --- | 1,11 |
| A | 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON DEFECTS IN SEMICONDUCTORS, Gmunden, Austria, 18-23 JULY 1993, ISSN 0255-5476, MATERIALS SCIENCE FORUM, 1994, SWITZERLAND, PAGE(S) 75 - 79 REINKE J ET AL 'Magnetic circular dichroism and optically detected EPR of a vanadium impurity in 6H-silicon carbide' see page 75 --- | 1 |
| A | WO,A,89 06438 (HUGHES AIRCRAFT CO) 13 July 1989 --- | 11 |
| A | PROCEEDINGS OF THE IEEE, MAY 1991, USA, VOL. 79, NR. 5, PAGE(S) 677 - 701, ISSN 0018-9219 DAVIS R F ET AL 'Thin film deposition and microelectronic and optoelectronic device fabrication and characterization in monocrystalline alpha and beta silicon carbide' see page 684 - page 685 --- | 1 |
| A | SOVIET PHYSICS SEMICONDUCTORS, vol.21, no.9, September 1987, NEW YORK US pages 1017 - 1020 YU. A. VODAKOV ET AL 'Electrical properties of a p-n-n+ structure formed in silicon carbide by implantation of aluminum ions' see page 1017 ----- | 1 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 94/02400

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE-A-4009837 | 11-10-90 | JP-A- 2253622 | 12-10-90 |
| | | JP-A- 2291123 | 30-11-90 |
| | | US-A- 5135885 | 04-08-92 |
| ----- | | | |
| WO-A-8906438 | 13-07-89 | US-A- 5200805 | 06-04-93 |
| | | AU-B- 608140 | 21-03-91 |
| | | AU-A- 3190989 | 01-08-89 |
| | | DE-A- 3875246 | 12-11-92 |
| | | EP-A, B 0346464 | 20-12-89 |
| ----- | | | |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 6 C30B23/02 H01L21/322 H01L29/24

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 6 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | 7TH TRIESTE SEMICONDUCTOR SYMPOSIUM ON WIDE-BAND-GAP SEMICONDUCTORS, TRIESTE, ITALY, 8-12 JUNE 1992, ISSN 0921-4526, PHYSICA B, APRIL 1993, NETHERLANDS, PAGE(S) 199 - 206 SCHNEIDER J ET AL 'Point defects in silicon carbide' siehe Seite 202 | 1,4,11 |
| A | DE,A,40 09 837 (SHARP KK) 11. Oktober 1990 siehe Spalte 2, Zeile 32 - Spalte 2, Zeile 25 siehe Spalte 5, Zeile 20 - Spalte 7, Zeile 49 | 1,11 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. Dezember 1994

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30. 12. 94

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gelebart, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|-----------|---|--------------------|
| A | JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, OCT. 1976, USA, VOL. 47, NR. 10, PAGE(S) 4546 - 4550, ISSN 0021-8979 SUZUKI A ET AL 'Liquid-phase epitaxial growth of 6H-SiC by the dipping technique for preparation of blue-light-emitting diodes' siehe Seite 4549, Zeile R --- | 1 |
| A | APPLIED PHYSICS LETTERS, 19 MARCH 1990, USA, VOL. 56, NR. 12, PAGE(S) 1184 - 1186, ISSN 0003-6951 SCHNEIDER J ET AL 'Infrared spectra and electron spin resonance of vanadium deep level impurities in silicon carbide' in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung --- | 1,11 |
| A | 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON DEFECTS IN SEMICONDUCTORS, Gmunden, Austria, 18-23 JULY 1993, ISSN 0255-5476, MATERIALS SCIENCE FORUM, 1994, SWITZERLAND, PAGE(S) 75 - 79 REINKE J ET AL 'Magnetic circular dichroism and optically detected EPR of a vanadium impurity in 6H-silicon carbide' siehe Seite 75 --- | 1 |
| A | WO,A,89 06438 (HUGHES AIRCRAFT CO) 13. Juli 1989 --- | 11 |
| A | PROCEEDINGS OF THE IEEE, MAY 1991, USA, VOL. 79, NR. 5, PAGE(S) 677 - 701, ISSN 0018-9219 DAVIS R F ET AL 'Thin film deposition and microelectronic and optoelectronic device fabrication and characterization in monocrystalline alpha and beta silicon carbide' siehe Seite 684 - Seite 685 --- | 1 |
| A | SOVIET PHYSICS SEMICONDUCTORS, Bd.21, Nr.9, September 1987, NEW YORK US Seiten 1017 - 1020 YU. A. VODAKOV ET AL 'Electrical properties of a p-n-n+ structure formed in silicon carbide by implantation of aluminum ions' siehe Seite 1017 ----- | 1 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 94/02400

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE-A-4009837 | 11-10-90 | JP-A- 2253622 | 12-10-90 |
| | | JP-A- 2291123 | 30-11-90 |
| | | US-A- 5135885 | 04-08-92 |
| ----- | | | |
| WO-A-8906438 | 13-07-89 | US-A- 5200805 | 06-04-93 |
| | | AU-B- 608140 | 21-03-91 |
| | | AU-A- 3190989 | 01-08-89 |
| | | DE-A- 3875246 | 12-11-92 |
| | | EP-A, B 0346464 | 20-12-89 |
| ----- | | | |